

Veröffentlichungsnummer: **0 321 809 A1**

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(12)

(21) Anmeldenummer: 88120667.6

(51) Int. Cl.⁴: F23D 17/00 , F23D 11/40 ,
F23R 3/02

(22) Anmeldetag: 10.12.88

(30) Priorität: 21.12.87 CH 4980/87

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.06.89 Patentblatt 89/26

(54) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI NL SE

(71) Anmelder: BBC Brown Boveri AG
Haselstrasse
CH-5401 Baden(CH)

(72) Erfinder: Keller, Jakob, Dr.
Plattenstrasse 8
CH-5605 Dottikon(CH)
Erfinder: Sattelmayer, Thomas, Dr.
Hauptstrasse 108
CH-5318 Mandach(CH)
Erfinder: Styner, Daniel
Ausserdorf 10
CH-5705 Hallwil(CH)

(56) Verfahren für die vormischartige Verbrennung von flüssigem Brennstoff.

(57) Bei der vormischartigen Verbrennung von flüssigem Brennstoff in einem Brenner ohne Vormischstrecke wird im Innenraum (14) des Brenners eine in Strömungsrichtung sich ausbreitende kegelförmige Flüssigbrennstoffsäule (5) gebildet, welche von einem tangential in den Brenner einströmenden rotierenden Verbrennungsluftstrom (15) umschlossen wird. Die Zündung des Gemisches findet am Ausgang des Brenners statt, wobei sich im Bereich der Brennermündung eine Rückströmzone (6) bildet. Der Brenner selbst besteht aus mindestens zwei aufeinander positionierten hohlen Teilkegelkörpern (1, 2), welche in Strömungsrichtung eine zunehmende Kegelneigung aufweisen. Die Teilkegelkörper (1, 2) sind zueinander versetzt, wodurch sich tangential Lufteintrittsschlitze (19, 20) bilden. Eine am Brennerkopf platzierte Düse (3) sorgt für die Eindüsung des flüssigen Brennstoffes (12) in den Innenraum (14) des Brenners.

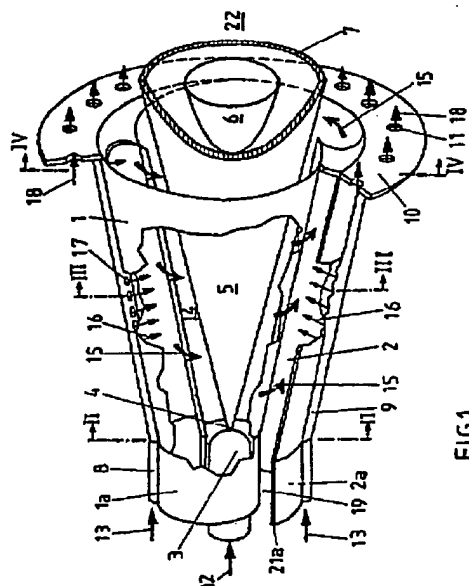


FIG. 1

Xerox Copy Centre

EP 0 321 809 A1

2

VERFAHREN FÜR DIE VORMISCHARTIGE VERBRENNUNG VON FLÜSSIGEM BRENNSTOFF

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren für die vormischartige Verbrennung von flüssigem Brennstoff in einem Brenner ohne Vormischstrecke sowie einen Brenner für die Heissgas erzeugung, bestehend aus hohlen, sich zu einem Körper ergänzenden Teilkegelkörpern, mit tangentialen Lufteintrittsschlitzen und Zuführungen für gasförmige und flüssige Brennstoffe.

STAND DER TECHNIK

Aus EP-A1-0 210 462 ist ein Brenner bekannt geworden, welcher aus mindestens zwei mit tangentialem Lufteintritt beaufschlagten doppelgekrümmten hohlen Teilkegelkörpern gebildet ist. Diese Körper sind in Strömungsrichtung entlang von kegelstrahlartig nach aussen hin sich öffnenden Diagonalen gefalzt. Dabei bildet die eine gekrümmte Falzseite einen Innenkegel mit in Abströmungsrichtung zunehmender Kegelneigung, während die andere gekrümmte Falzseite einen Aussenkegel bildet, mit in Abströmungsrichtung abnehmender Kegelneigung. Die Innenkegel tragen endseitig, auf ihrer ganzen axialen Ausdehnung, je eine Brennstoffleitung für die Zuführung des gasförmigen Brennstoffes, der durch mehrere Brennstoffdüsen in den Innenraum des Brenners strömt, um sich dort mit der tangential einströmenden Verbrennungsluft zu vermischen. Der Brenner weist des weiteren eine separate Zuführung eines flüssigen Brennstoffes auf, womit man hier mit einem Dualbrenner zu tun. Die Eindüsung des flüssigen Brennstoffes ist axial auf die Aussenkegel gerichtet, dergestalt, dass sich dort, je nach Stärke der Eindüsung, ein verschieden langer Brennstofffilm bildet. Nebst der natürlichen Verdampfung des flüssigen Brennstoffes durch die dort herrschende Strahlungswärme, wird eine gewichtige Vermischung durch die tangential herangeführte Verbrennungsluft übernommen, welche durch ihre Drallbewegung in axialer Richtung den Brennstofffilm schichtenweise aufröht, wodurch die Erzeugung einer starken Vermischung überflüssig wird. Dadurch, dass der Impuls der Eindüsung von flüssigem Brennstoff der Last der Maschine angepasst wird, ist das Gemisch nie zu mager oder zu fett.

Zwei Ziele lassen sich damit unmittelbar erreichen:

- Die Vorzüge eines Vormischbrenners, nämlich wenig NO_x und CO, stellen sich ein.
- Eine gute Flammenstabilität in einem weiteren Betriebsbereich ist gewährleistet.

Des weiteren ergibt sich aus der konstruktiven

Gestaltung dieses Brenners eine Wirbelströmung, welche im Zentrum drallarm ist, aber einen Axialgeschwindigkeitsüberschuss aufweist. Weil nun die Drallzahl in axialer Richtung stark zunimmt und am Ende des Brenners den Breakdown-Wert bzw. den kritischen Wert erreicht, ergibt dies eine positionsstabile Wirbelrückströmung.

Obwohl die Vorteile des hier gewürdigten Brenners nicht wegzuleugnen sind, hat es sich doch gezeigt, dass die NO_x - und CO-Emissionswerte, obwohl sie durch seinen Einsatz bereits tiefer liegen gegenüber den gesetzlichen Grenzwerten, zukünftig substantiell vermindert werden müssen. Des weiteren hat es sich auch gezeigt, dass Verkopplungsprobleme des Aussenkegels aus der Oelverbrennung nicht auszuschliessen sind, und die Brennstoffeindüsung nicht einfach zu handhaben ist.

Des weiteren ist die Oeleindüsung konstruktiv relativ aufwendig gelöst. Aber auch die Gestaltung der gefalzten Kegelabschnitte und deren Abstimmung zueinander ist nicht einfach zu handhaben.

AUFGABE DER ERFINDUNG

Hier greift die Erfindung ein. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren sowie einem Brenner der eingangs genannten Arten die körperliche Ausgestaltung des Brenners zu vereinfachen und gleichzeitig die NO_x -Emissionswerte aus der vormischartigen Verbrennung von flüssigem Brennstoff zu minimieren, ohne das Strömungsfeld im Brenner mit der stabilen Wirbelrückströmzone zu verändern.

Die wesentlichen Vorteile der Erfindung hinsichtlich der Ausgestaltung sind darin zu sehen, dass im Fehlen der sonst üblichen Vormischzone keine Gefahr eines Rückzündens in den Brenner zu befürchten ist. Des weiteren entfallen die wohl bekannten Probleme bei der Einsetzung von Drallernzeugern im Gemischstrom, beispielsweise jene Unzulänglichkeiten, die durch Abbrennen von Belägen mit Zerstörung der Drallschaufeln entstehen.

Der wesentliche Vorteil der Erfindung hinsichtlich der NO_x -Emissionswerte ist darin zu sehen, dass diese schlagartig auf einen Bruchteil dessen sinken, was man bis heute als maximal erreichbar betrachtet hat. Die Verbesserung weist also nicht bloss ein paar Prozentpunkte auf, sondern man bewegt sich nun in der Grössenordnung von verschwindend kleinen 10 - 15 % der gesetzlichen Grenzwerte, womit eine ganz neue Qualitätsstufe

3

EP 0 321 809 A1

4

erreicht ist.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ergibt sich aus der Möglichkeit heraus, dass der erfindungsgemässe Brenner auch in Gasturbinen eingesetzt werden kann, deren Druckverhältnis - über etwa 12 - so hoch ist, dass prinzipbedingt keine Vorverdampfung des Flüssigbrennstoffes mehr möglich ist, weil zuvor Selbstzündung des Brennstoffes einsetzen würde. Schliesslich ist der erfindungsgemässe Brenner auch noch in solchen Fällen einsetzbar, in denen keine oder nur eine für die Verdampfung unzureichende Luftvorwärmung erreicht werden kann.

Nicht zuletzt ist ein wesentlicher Vorteil der Erfindung auch darin zu sehen, dass der erfindungsgemässe Brenner aus wenigen Bestandteilen besteht, die einfach herzustellen und zu montieren sind.

Vorteilhafte und zweckmässige Weiterbildungen der erfindungsgemässen Aufgabenlösung sind in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Im folgenden wird anhand der Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen. Die Strömungsrichtungen der verschiedenen Medien sind mit Pfeilen angegeben. In den verschiedenen Figuren sind jeweils gleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

Es zeigt:

Fig. 1 einen Brenner in perspektivischer Darstellung, entsprechend aufgeschnitten und

Fig. 2, 3, 4 entsprechende Schnitte durch die Ebenen II-II (Fig. 2), III-III (Fig. 3) und IV-IV (Fig. 4), wobei diese Schnitte nur eine schematische, vereinfachte Darstellung des Brenners sind.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Um den Aufbau des Brenners besser zu verstehen, ist es von Vorteil, wenn der Leser gleichzeitig zu Fig. 1 die einzelnen Schnitte nach Fig. 2 - 4 heranzieht. Des weiteren, um Fig. 1 nicht unnötig unübersichtlich zu gestalten, sind in ihr die nach Fig. 2 - 4 schematisch gezeigten Leitbleche 21a, 21b nur andeutungsweise aufgenommen worden. Im folgenden werden auch bei der Beschreibung von Fig. 1 wahlweise, nach Bedarf, auf die restlichen Fig. 2 - 4 hingewiesen.

Der Brenner gemäss Fig. 1 besteht aus zwei

halben hohlen Teikegelkörpern 1, 2, die versetzt zueinander aufeinander liegen. Die Versetzung der jeweiligen Mittelachse 1b, 2b der Teikegelkörper 1, 2 zueinander schafft auf beiden Seiten in spiegelbildlicher Anordnung jeweils einen tangentialen Lufteintrittsschlitz 19, 20 frei, (Fig. 2 - 4), durch welche die Verbrennungsluft 15 in den Innenraum des Brenners, d.h. in den Kegelhohlraum 14 strömt. Die beiden Teikegelkörper 1, 2 haben je einen zylindrischen Anfangsteil 1a, 2a, die ebenfalls analog den Teikegelkörpern 1, 2 versetzt zueinander verlaufen, so dass die tangentialen Lufteintrittsschlitze 19, 20 vom Anfang an vorhanden sind. In diesem zylindrischen Anfangsteil 1a, 2a ist eine Düse 3 untergebracht, deren Brennstoffeindüsung 4 mit dem engsten Querschnitt des durch die zwei Teikegelkörper 1, 2 gebildeten kegelförmigen Hohlraumes 14 zusammenfällt. Selbstverständlich kann der Brenner rein kegelförmig, also ohne zylindrische Anfangsteile 1a, 2a, ausgeführt sein. Beide Teikegelkörper 1, 2 weisen je eine Brennstoffleitung 8, 9 auf, die mit Öffnungen 17 versehen sind, durch welche der gasförmige Brennstoff 13, der durch die tangentialen Lufteintrittsschlitze 19, 20 strömenden Verbrennungsluft 15 zugemischt wird. Die Lage dieser Brennstoffleitungen 8, 9 geht schematisch aus Fig. 2 - 4 hervor: Die Brennstoffleitungen 8, 9 sind am Ende der tangentialen Lufteintrittsschlitze 19, 20 angebracht, so dass dort auch die Zumischung 16 des gasförmigen Brennstoffes 13 mit der einströmenden Verbrennungsluft 15 stattfindet. Brennraumseitig 22 weist der Brenner eine kragenförmige als Verankerung für die Teikegelkörper 1, 2 dienende Abschlussplatte 10 mit einer Anzahl Bohrungen 11 auf, durch welche nötigenfalls Verdünnungsluft bzw. Kühlluft 18 dem vorderen Teil des Brennraumes 22 bzw. dessen Wand zugeführt werden kann. Der durch die Düse 3 strömende flüssige Brennstoff 12 wird in einem spitzen Winkel in den Kegelhohlraum 14 eingedüst, dergestalt, dass sich in der Brenneraustrittsebene ein möglichst homogener kegelförmiger Brennstoff-spray einstellt, wobei streng darauf zu achten ist, dass die Innenwände der Teikegelkörper 1, 2 vom eingedüsten flüssigen Brennstoff 12 nicht benetzt werden. Bei der Brennstoffeindüsung 4 kann es sich um eine luftunterstützte Düse oder um einen Druckzerstäuber handeln. Das kegelförmige Flüssigbrennstoffprofil 5 wird von einem tangential einströmenden rotierenden Verbrennungsluftstrom 15 umschlossen. In axialer Richtung wird die Konzentration des Flüssigbrennstoffes 12 fortlaufend durch die eingemischte Verbrennungsluft 15 abgebaut. Wird gasförmiger Brennstoff 13/16 verbrannt, geschieht die Gemischbildung mit der Verbrennungsluft 15 direkt am Ende der Lufteintrittsschlitze 19, 20. Bei der Eindüsung von flüssigem Brennstoff 12 wird im Bereich des Wirbelaufplatzens, also im

3

5

EP 0 321 809 A1

6.

Bereich der Rückströmzone 8, die optimale, homogene Brennstoffkonzentration über den Querschnitt erreicht. Die Zündung erfolgt an der Spitze der Rückströmzone 8. Erst an dieser Stelle kann eine stabile Flammenfront 7 entstehen. Ein Rückschlag der Flamme ins Innere des Brenners, wie dies bei Vormischstrecken latent der Fall ist, wogegen dort mit komplizierten Flammenhaltungen Abhilfe gesucht wird, ist hier nicht zu befürchten. Ist die Verbrennungsluft 15 vorgeheizt, so stellt sich eine natürliche Verdampfung des flüssigen Brennstoffes 12 ein, bevor der Punkt am Ausgang des Brenners erreicht ist, an dem die Zündung des Gemisches stattfinden kann. Der Grad der Verdampfung ist selbstverständlich von der Grösse des Brenners, der Tropfengrössenverteilung und der Temperatur der Verbrennungsluft 15 abhängig. Unabhängig aber davon, ob neben der homogenen Tropfenvermischung durch Verbrennungsluft 15 niedriger Temperatur oder zusätzlich nur eine partielle oder die vollständige Tropfenverdampfung durch vorgeheizte Verbrennungsluft 15 erreicht wird, fallen die Stickoxid- und Kohlenmonoxidemissionen niedrig aus, wenn der Luftüberschuss mindestens 80 % beträgt. Im Falle der vollständigen Verdampfung vor dem Eintritt in die Verbrennungszone sind die Schadstoffemissionswerte am niedrigsten. Gleiches gilt auch für den nahstöchiometrischen Betrieb, wenn die Ueberschussluft durch rezirkulierendes Abgas ersetzt wird. Bei der Gestaltung der Teilkegelkörper 1, 2 hinsichtlich Kegelneigung und der Breite der tangentialen Lufteintrittsschlitze 19, 20 sind enge Grenzen einzuhalten, damit sich das gewünschte Strömungsfeld der Luft mit ihrer Rückströmzone 6 im Bereich der Brennermündung zur Flammenstabilisierung einstellt. Allgemein ist zu sagen, dass eine Verkleinerung der Lufteintrittsschlitze 19, 20 die Rückströmzone 6 weiter stromaufwärts verschiebt, wodurch dann allerdings das Gemisch früher zur Zündung käme. Immerhin ist hier zu sagen, dass die einmal geometrisch fixierte Rückströmzone 6 an sich positionstabil ist, denn die Drallzahl nimmt in Strömungsrichtung im Bereich der Kegelform des Brenners zu. Die Konstruktion des Brenners eignet sich vorzüglich, bei vorgegebener Baulänge des Brenners, die Grösse der tangentialen Lufteintrittsschlitze 19, 20 zu verändern, indem die Teilkegelkörper 1, 2 anhand einer lösbaren Verbindung mit der Abschlussplatte 10 fixiert sind. Durch radiale Verschiebung der beiden Teilkegelkörper 1, 2 zu- oder auseinander verkleinert bzw. vergrössert sich der Abstand der beiden Mittelachsen 1b, 2b, und dementsprechend verändert sich die Spaltgrösse der tangentialen Lufteintrittsschlitze 19, 20, wie dies aus Fig. 2 - 4 besonders gut hervorgeht. Selbstverständlich sind die Teilkegelkörper 1, 2 auch in einer anderen Ebene zueinander verschlebbbar, wodurch sogar

eine Ueberlappung derselben angesteuert werden kann. Ja, es ist sogar möglich, die Teilkegelkörper 1, 2 durch eine gegenläufige drehende Bewegung spiralartig ineinander zu verschleiben. Somit hat man es in der Hand, die Form und die Grösse der tangentialen Lufteintritte 19, 20 beliebig zu variieren, womit der Brenner ohne Veränderung seiner Baulänge universell einsetzbar ist.

Aus Fig. 2 - 4 geht auch die Lage der Leitbleche 21a, 21b hervor. Sie haben Strömungseinführungsfunktionen, wobei sie, verschieden lang, das jeweilige Ende der Teilkegelkörper 1 und 2 in Anströmungsrichtung der Verbrennungsluft 15 verlängern. Die Kanalsierung der Verbrennungsluft in den Kegelhohlraum 14 kann durch Öffnung bzw. Schliessung der Leitbleche 21a, 21b um den Drehpunkt 23 optimiert werden, insbesondere ist dies dann vonnöten, wenn die ursprüngliche Spaltgrösse der tangentialen Lufteintrittsschlitze 19, 20 verändert wird.

Ansprüche

1. Verfahren für die vormischartige Verbrennung von flüssigem Brennstoff in einem Brenner ohne Vormischstrecke dadurch gekennzeichnet, dass im Innenraum (14) des Brenners eine in Strömungsrichtung sich ausbreitende, die Wände des Innenraumes (14) nicht benetzende kegelförmige Flüssigbrennstoffsäule (5) gebildet wird, welche von einem tangential in den Brenner einströmenden rotierenden Verbrennungsluftstrom (15) umschlossen wird, wobei die Zündung des Gemisches ab Ausgang des Brenners stattfindet, und wobei im Bereich der Brennermündung durch eine Rückströmzone (6) eine Flammenstabilisierung erstellt wird.

2. Brenner für die Heissgaserzeugung, bestehend aus hohlen, sich zu einem Körper ergänzenden Teilkegelkörpern, mit tangentialen Lufteintrittsschlitzen und Zuführungen für gasförmige und flüssige Brennstoffe, dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner aus mindestens zwei aufeinander positionierten hohlen Teilkegelkörpern (1, 2) mit in Strömungsrichtung zunehmender Kegelneigung besteht, deren Mittelachsen (1b, 2b) in Längsrichtung der Teilkegelkörper (1, 2) zueinander versetzt verlaufen, wobei im Innenraum des von den Teilkegelkörpern (1, 2) gebildeten kegelhohlförmigen Innenraumes (14) am Brennerkopf eine Brennstoffdüse (3) platziert ist, deren Brennstoffeindüsung (4) mittig der zueinander versetzten Mittelachsen (1b, 2b) der Teilkegelkörper (1, 2) liegt.

7

EP 0 321 809 A1

8

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Verbrennungsluftstrom (15) vorgängig seiner Einströmung in den Innenraum (14) des Brenners gasförmiger Brennstoff (13/16) zugeführt wird.

5

4. Brenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkegelkörper (1, 2) zu- oder voneinander verschiebbar sind.

5. Brenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffeindüsung (4) eine luftunterstützte Düse ist.

10

6. Brenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Düse (3) ein Druckzerstäuber ist.

7. Brenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkegelkörper (1, 2) anströmungsseitig mit beweglichen Leitblechen (21a, 21b) versehen sind.

15

20

25

30

35

40

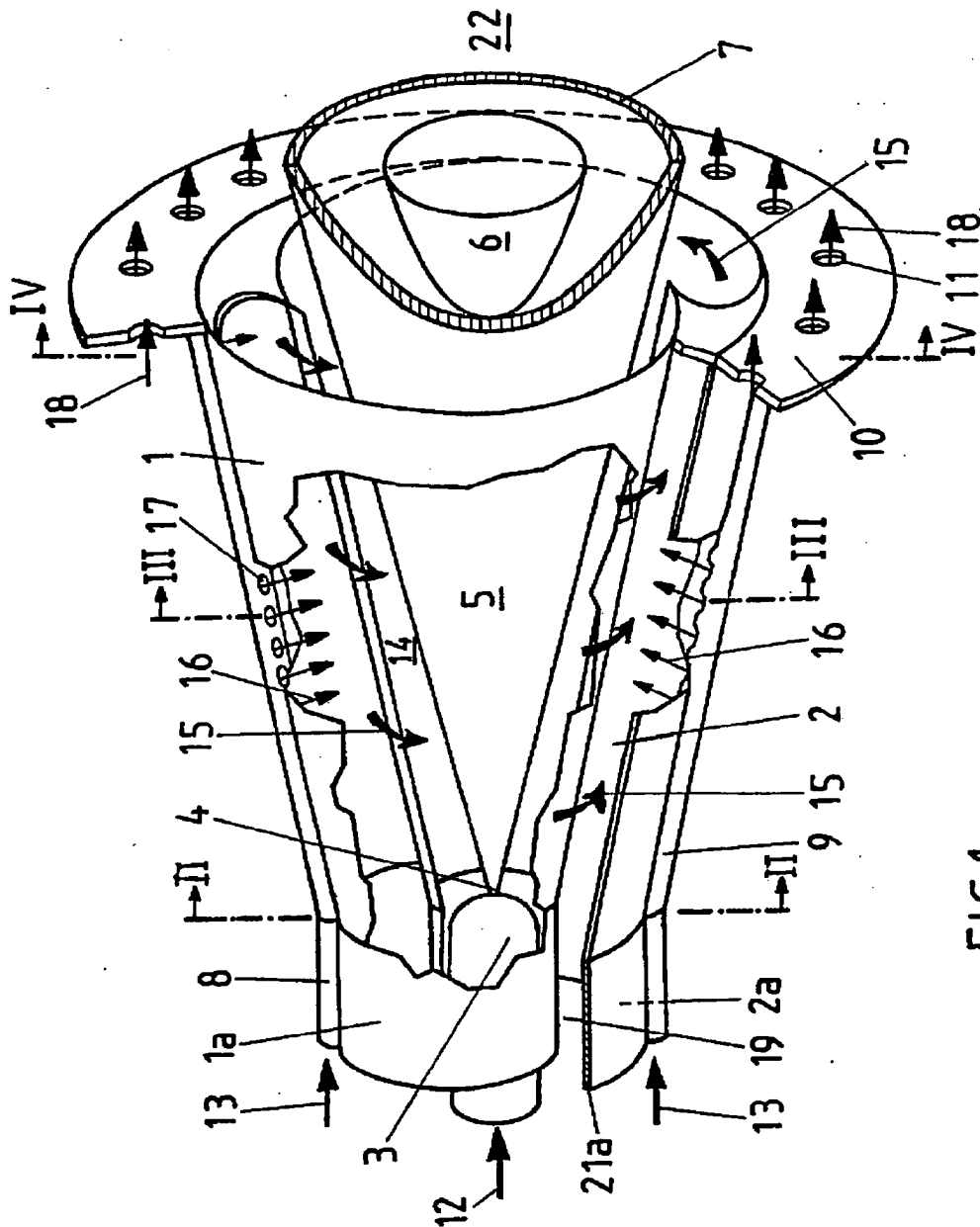
45

50

55

5

EP 0 321 809 A1



87/120

EP 0 321 809 A1

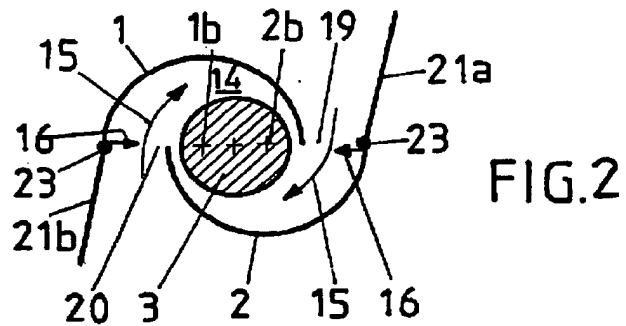


FIG. 2

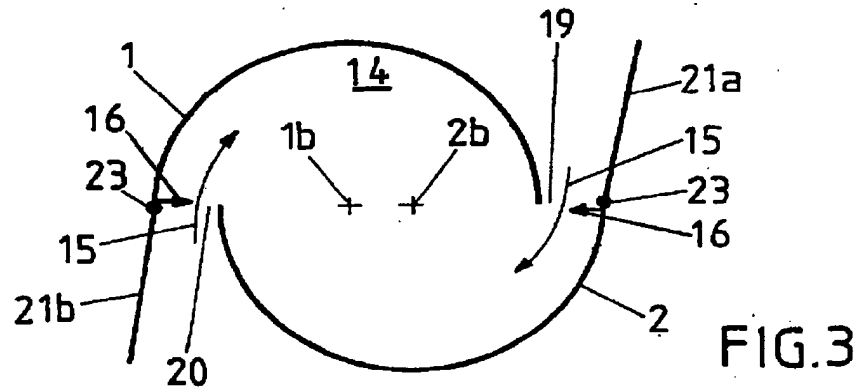


FIG. 3

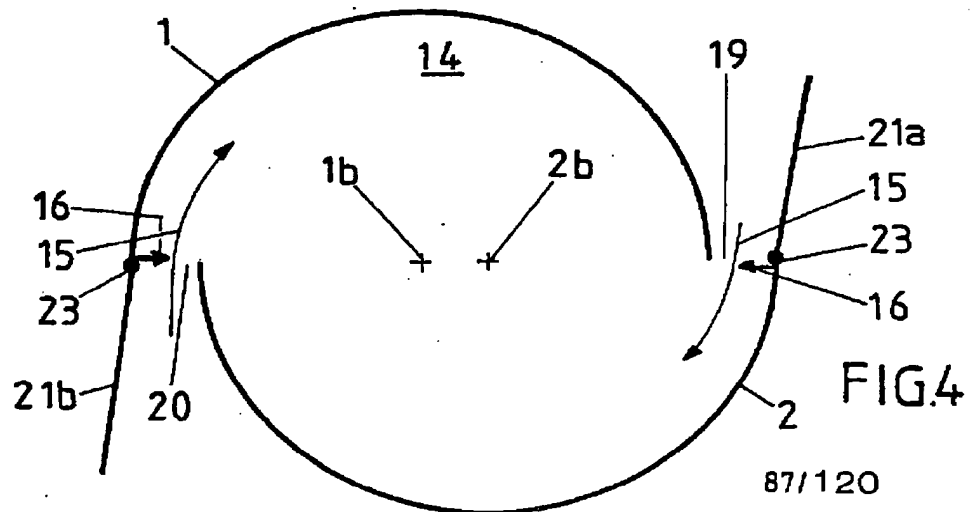


FIG. 4

87/120



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 88 12 0667

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kurzzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
D, A	EP-A-0 210 462 (BBC) * Zusammenfassung; Figuren 1-7 * -----	1, 2	F 23 D 17/00 F 23 D 11/40 F 23 R 3/02
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			F 23 R F 23 D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenart DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 23-03-1989	Prüfer PESCHEL G..
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		I : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

INFO FORM 150 ELIZ (P0400)